

Szologytalaj képződése nagyadagú műtrágyázás hatására

R. S. LAVADO és R. R. CAIRNS

Szolonyec Kísérleti Állomás Vegreville, Alberta (Kanada)

Ismeretes tény, hogy a műtrágyák változásokat okoznak a talajokban. A legfontosabb változások közül az egyik, amelyet általában a nitrogén-kén tartalmú műtrágyák okoznak, a különböző típusú talajok savanyodása.

Néhány közlemény már korábban is foglalkozott a szolonyec talajokban műtrágyázás hatására végbemenő változásokkal [3, 4, 7, 12]. CAIRNS [4] erőteljes változásokat mutatott ki egy olyan szolonyec talaj kémiai tulajdonságaiban, amelyet 10 éven keresztül intenzíven műtrágyáztak.

Amennyiben a környezeti tényezők lehetővé teszik, a szolonyec talajok tulajdonságai változni kezdenek és megindul a szologyosodás, kialakulnak a szologyos talajok. Ez a folyamat fokozatosan változtatja meg az eredeti talaj morfológiai, kémiai és mineralógiai jellemzőit. A változás során egy kilúgzási szint jelenik meg, sótartalom csökkenés és pH csökkenés lép fel, és a talaj felső szintjében az amorf vagy agyag-szerű szilikátok relatív növekedése tapasztalható [2, 6, 9, 13]. A szilikátok és az alumínium-vegyületek, melyek megnövekedtek a felső szintben, 5%-os KOH-ban oldhatók [14]. Azonban el kell ismerni, hogy az 5% KOH-os GEDRITZ-módszer, amelyet a szilícium extrakciójára használnak, eléggé drasztikus behatás és jelenlegi ismereteink szerint nem specifikus a szilícium és alumínium talajbeli komplex viselkedésének megismerésére [5, 11], de egy használható módszer lehet a szilícium talajszelvénybeli eloszlásának tanulmányozására, és a szilícium eloszlás talajgenézishez való kapcsolatának megismerésére.

Már régebben kimutatták, hogy az öntözés formájában megnyilvánuló emberi beavatkozás szologyosodási folyamatokat okozhat a szolonyec talajokban [13]. A jelen vizsgálatok során bemutatjuk, hogy a műtrágyázás is képes a szolonyec talajok szologyosodását előidézni.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A tanulmányozott talaj egy „Black Solonetz” iszapos vályog talaj volt Vegreville-ben, Alberta államban, Kanadában. Ezt a talajt már korábban leírtuk [3, 4]. Ez a talaj B_{nt} szintjében 15-nél nagyobb kieserélhető ESP értékkel rendelkezik.

A talajhoz 10 éven keresztül évente ammónium-foszfát-szulfátot adtak (16-20-0) amely 0,1%-nál kevesebb kalciumot tartalmazott. Ebből a műtrá-

1. táblázat

A trágyázás talajra gyakorolt hatását mutató néhány kémiai és fizikai adat

(1) Talaj horizont és kezelés	pH	(2) Kicsérélhető kationok, mg/100 g					(3) Na a kicsérélhető kationok %-ában	(4) Vízáteresztő képesség mm/óra
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca : Na		
A_p horizont								
a) Kontroll	5,9**	7,60	3,45	5,02**	0,74*	1,5	29,86	209,9*
b) Trágyázott	4,8**	6,82	2,40	0,94**	1,04*	7,0	8,64	420,9*
B_{nt} horizont								
c) Felső része:								
a) Kontroll	7,4*	5,55	8,72	24,20*	1,00	0,2	63,31	12,4*
b) Trágyázott	5,2*	5,52	5,60	2,77*	0,62	2,0	19,09	131,4*
d) Alsó része:								
a) Kontroll	7,8	5,80*	10,70	25,95*	1,01	0,2	59,71	8,4
b) Trágyázott	7,2	9,92*	12,12	7,00*	0,86	1,41	23,41	17,1

* 5%-os szinten szignifikáns

** 1%-os szinten szignifikáns

gyából újonnan telepített árvarozsnok (*Bromus inermis* Leyss) alá 4300 kg/ha-t adagoltak, és egy kezeletlen kontroll parcellát is alkalmaztak.

A műtrágyát 1960-tól 1969-ig évente rendszeresen, azután pedig szakaszosan alkalmazták. A terület 1960-tól 1970-ig valamint 1971 és 1978 között (*Bromus inermis* Leyss) árvarozsokkal volt bevetve. 1972-ben és 1973-ban a területen búzát és árpát termeltek. A műtrágyázott gyeper éves termése 6000 kg/ha volt az első periódusban. Ezzel szemben a trágyázatlan területen ugyanekkor a hozam 2200 kg/ha volt. A második periódusban a hozam 5650 kg/ha illetve 2100 kg/ha volt. A búza és az árpa termése nagyobb volt a trágyázatlan területen mint a trágyázotton.

1978-ban az A_p és B_{nt} szintekből többszörös véletlen elrendezésű mintákat gyűjtöttünk az analízis céljaira a trágyázott és a trágyázatlan területről. A B_{nt} szint alsó és felső része között látható különbségek voltak, ezért ezeket külön-külön is megmintáztuk. A pH-t 1:2,5 talaj-víz arányú szuszpenzióban határoztuk meg. A vízáteresztő-képességet 2 mm-es szitán átszítált talajoszlopon mértük, amelyet egy 1,3 cm átmérőjű üveghengerbe töltöttünk be. A kationokat pH = 6,5-ös ammónium acetttal vontuk ki a talajból. A kalciumot és magnéziumot atomabszorpciós spektrofotométerrel, a nátriumot és káliumot lángfotometrián határoztuk meg. A szilíciumot az 5%-os KOH-s kivonatból a kolorimetrikus szilikomolibdát-reakció alapján mértük. Az Al-t szintén az 5%-os KOH-val vontuk ki, valamint a különlegesen alacsony vízzeloldható alumínium miatt 0,02 M CaCl₂-al [8], és a kolorimetrikus alumínium-módszerrel mértük [10]. Azokat a kivonatokat, amelyekben a szilíciumot és alumíniumot mértük, Ba(OH)₂-al derítettük és centrifugáltuk.

Kísérleti eredmények

A műtrágyázás élesen csökkentette a pH-t az A_p és a felső B_{nt} szintben, jelentősen csökkentette a kicsérélhető nátriumot minden megmintázott talajszintben, és nem volt szignifikáns hatással egyik megmintázott szint magnéziumentartalmára sem.

2. táblázat

A műtrágyázás hatása a talaj szilícium- és alumínium-tartalmának alakulására

(1) Talaj horizont és kezelés	(2) Szilícium, ppm		(3) Alumínium, ppm		SiO ₂ : Al ₂ O ₃
	5%-os KOH-ban	H ₂ O-ban	5%-os KOH- ban oldható	0,2 mól CaCl ₂ - vel kivonható	
	oldható				
A_p horizont					
a) Kontroll	1628,1*	33,4	445,0**	0,2**	4,2
b) Trágyázott	2543,8*	38,1	290,6**	3,7**	9,9
B_{nt} horizont					
c) Felső része:					
a) Kontroll	934,4	55,8	291,9*	ny	3,6
b) Trágyázott	1650,0	45,9	696,2*	0,6	2,7
d) Alsó része:					
a) Kontroll	646,9	53,1	63,1	0	11,6
b) Trágyázott	503,1	60,3	152,5	0	3,74

* 5%-os szinten szignifikáns

** 1%-os szinten szignifikáns

A műtrágyázás növelte a B_{nt} szint alsó részének kalciumtartalmát és az A_p szint káliumtartalmát. A műtrágyázott talaj A_p szintjében és B_{nt} szintjének felső részében nőtt a talaj vízáteresztő-képessége.

Az 5%-os KOH-ban oldható szilícium mennyisége jelentősen megnövekedett a műtrágyázás hatására az A_p szintben, de a B_{nt} szintben nem.

A műtrágyázás növeli az 5%-os KOH-ban oldható alumínium mennyiségét a B_{nt} szintek felső részében, de csökkenti mennyiségét az A_p szintben. A műtrágyázás a megmintaolt szintek egyikében sem volt hatással a vízdoldható szilícium mennyiségére, növelte viszont a CaCl₂-al kivonható alumínium mennyiségét az A_p szintben. A SiO₂ : Al₂O₃ arány növekedett az A_p szintben, de csökkent a B_{nt} szintben. Ez az arány a trágyázott és trágyázatlan talaj valamennyi megmintaolt szintjében 2:1-nél nagyobb volt.

Az eredmények értékelése

Amennyiben egy szolonyec talaj tulajdonságai a szologyosodás irányába változnak, a KOH-ban oldható szilikát növekszik a talaj felső szintjében. Az oldható alumínium mennyisége is növekszik, de az alumínium gyakran a szelvény alsóbb szintjei felé mozog [1, 6, 9, 13]. A korábbi elméletekkel megegyezésben [9, 13] a trágyázott talaj A_p szintje KOH-ban oldható szilíciumtartalmának növekedése a talajásványok felgyorsult megváltozásából vagy a trágyázás hatására erősen megnövekedett növényi produkcióval járó, a szilíciumvegyületek biológiai körforgását is fokozott mértékben érintő folyamatokból származhat.

Általánosan szólva, a B_{nt} szint felső része mutatja a legnagyobb változást a tanulmányozott szelvényekben, amely műtrágyázás után jelentős eltéréseket mutat kémiai és fizikai tulajdonságaiban a B_{nt} szint részétől. A B_{nt} szint felső részét úgy foghatjuk fel, mint olyan eluviális horizont képződésének első fázisát, amely a szology talajokban található meg.

A KOH-ban oldható szilícium és alumínium között nincs összefüggés. Hasonlóképpen a vízdoldható szilícium és a 0,02 M CaCl_2 -ben oldható alumínium értékei között sem fedezhető fel kapcsolat. Érdekes megjegyezni, hogy a vízdoldható szilícium értékei megegyeznek azokkal, amelyek feltételezeten egyensúlyban állnának az amorf szilícium értékekkel [5]. A 0,02 M CaCl_2 -dal kivonható alumínium növekedése a trágyázott talajban követi a pH csökkenés irányát.

Összefoglalva, a műtrágyázás növelte a talaj savanyúságát, azáltal, hogy a nátrium kilúgzását elősegítette, növelte az A_p szint 5%-os KOH-ban oldható szilíciumtartalmát és az 5%-os KOH-ban oldható alumínium felhalmozódását a B_{nt} szint felső részében. Az intenzív műtrágyázás relatíve rövid idő alatt olyan mérhető genetikai változásokat okozott a talajban, amely változások évszázadok, ha nem évezredek alatt következnének be természetes körülmények között.

Összefoglalás

Egy „Black Solonetz” talaj A_p szintje és a B_{nt} szint alsó és felső szintje került megmintázásra kilenc évvel azután, hogy tíz évig minden évben nagyadag ammónium-foszfát-szulfát műtrágyát alkalmaztak a területen. A mintákat azért gyűjtöttük, hogy ugyanazon talaj trágyázott és trágyázatlan részének néhány kémiai és fizikai tulajdonságát összehasonlítsuk. Vizsgálataink során világossá vált, hogy mélyreható változások történtek az A_p szint és a B_{nt} szint felső részének kémiai és fizikai tulajdonságaiban a műtrágyázás hatására. Azok a változások, amelyek bekövetkeztek, azt mutatják, hogy a vizsgált szolonyec talajon szologyosodási folyamatok indultak meg. Ennek bizonyítékai: 1. A talaj felső szintjében csökkent a pH. 2. A kationok kilúgzódtak. 3. Az A_p szintben megnövekedett az 5%-os KOH-ban oldható szilícium mennyisége. 4. Az 5%-os KOH-ban oldható alumínium csökkent az A_p szintben, de növekedett a B_{nt} szint felső részében és 5. a B_{nt} szint olyan változásokon ment át, amely egy eluviális szint első fázisát engedte sejtetni.

Irodalom

- [1] AKHTYRTSEV, V. P. & KADER, G. M.: Migration of mobile sesquioxides in the course of evolution of solonchets and solods. *Soviet Soil Sci.* **5**. 300—306. 1973.
- [2] BRUNELLE, A., PAWLUK, S. & PETERS, T. W.: Evaluation of profile development of some solonchetic soils of south central Alberta. *Canad. J. Soil Sci.* **56**. 149—158. 1976.
- [3] CAIRNS, R. R., et al.: Effects of nitrogen fertilization of bromegrass grown on solonchetic soils. *Can. J. Soil Sci.* **47**. 1—6. 1967.
- [4] CAIRNS, R. R.: Changes in a Solonetz soil caused by the long-term heavy fertilization of bromegrass. *Canad. J. Soil Sci.* **51**. 299—301. 1971.
- [5] ELGAWHARY, S. M. & LINDSAY, W. L.: Solubility of silica in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **36**. 439—442. 1972.
- [6] GEREL, L.: Micromineralogical composition of some Hungarian soil types. *Agrokémia és Talajtan.* **13**. Suppl. 257—264. 1964.
- [7] HARMATI, I.: Effect of fertilizing and irrigation on the soil properties and natural vegetation of the Danube Plain's salt affected Area. *Agrokémia és Talajtan.* **32**. Suppl. 210—220. 1974.
- [8] HYT, P. B. & NYBORG, N.: Use of dilute calcium chloride for the extraction of plant-available aluminium and manganese from acid soils. *Canad. J. Soil Sci.* **52**. 164. 1972.

- [9] KADER, G. M. & AKHTYRTSEV, B. P.: Accumulation and removal of amorphous silica and free alumina in solodized soils of the Oka-Don lowland. *Soviet Soil Sci.* **4**. 392—398. 1969.
- [10] LINDSAY, W. L., PEECH, M. & CLARK, J. S.: Determination of aluminium ion activity in soil extracts. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **23**. 266—269. 1959.
- [11] MARION, G. M. et al.: Aluminium and silica solubility in soil. *Soil Sci.* **121**. 76—85. 1976.
- [12] PERL, K. J.: Long-term applications of nitrogenous fertilizers on a solonetzic soil and their effects on plant growth and soil properties. M. Sc. Thesis. University of Alberta. Canada. 1979.
- [13] SZABOLCS, I.: The influence of sodium carbonate on soil forming processes and on soil properties. *Agrokémia és Talajtan.* **18**. Suppl. 37—68. 1969.
- [14] U. S. D. A. HANDBOOK 60. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Government Printing Office. Washington. D. C. 1954.

Érkezett: 1979. július 4.

Genesis of a Solod as Affected by Heavy Fertilization

R. S. LAVADO and R. R. CAIRNS

Solonetzic Soil Substation, Vegreville, Alberta, (Canada)

Summary

The A_p and upper and lower B_{nt} horizons of a Black Solonetz soil were sampled nine years after the discontinuance of ten years of heavy annual applications of ammonium phosphate-sulfate fertilizer to compare certain chemical and physical properties with those of comparable horizon samples of unfertilized areas of the same soil. It was found that profound changes occurred in the chemical and physical properties of the A_p horizon and in the upper B_{nt} horizon, as a result of fertilization. The changes that occurred were those that would be expected in a soil being transformed from a Solonetz to a Solod: 1. Decreased pH in the upper profile; 2. leached cations; 3. increased KOH 5% soluble silicon content in the A_p horizon; 4. KOH 5% soluble aluminum content decreased in the A_p horizon but increased in the upper B_{nt} horizon; and 5. an upper B_{nt} horizon changed in such a manner as to suggest the first stages of an eluvial horizon.

Table 1. Selected chemical and physical data showing the effect of fertilization on the soil. (1) Soil horizon and treatment: a) Check; b) Fertilized; c) Upper part; d) Lower part. * Significant at the 5% level; ** Significant at the 1% level. (2) Exchangeable cations (meq/100 g). (3) Na as % exchangeable cations. (4) Infiltration mm/hr.

Table 2. Effect of fertilization on the silicon and aluminium content of the soil. (1) See table 1. (2) Silicon soluble in 5% KOH and in water (ppm). (3) Aluminium soluble in 5% KOH and extractable with $CaCl_2$ 0.02 M (ppm).

Efecto de una alta fertilización sobre la genesis de un solod

R. S. LAVADO y R. R. CAIRNS

Solonetzic Soil Substation, Vegreville, Alberta (Canada)

Resumen

Nueve años después de haber discontinuado un tratamiento de diez años con altas aplicaciones de sulfato-fosfato de amonio en un Black Solonetz, y con el fin de comparar algunas propiedades químicas y físicas, se tomaron muestras de los horizontes A_p y las partes superior e inferior del B_{nt} de áreas fertilizadas y no fertilizadas.

Como resultado de la fertilización, se encontraron profundos cambios en las propiedades químicas y físicas del horizonte A_p y la parte superior del horizonte B_{nt} . Los cambios encontrados fueron los que se esperarían en un Solonetz en proceso de transformación en un Solod: 1. Disminución del pH en la parte superior del perfil; 2. Lixiviación de cationes; 3. Incremento del contenido de sílice soluble en KOH 5% en el horizonte A_p ; 4. Disminución del contenido de alumina soluble en KOH 5% en el horizonte A_p , y su incremento en la parte superior del horizonte B_{nt} ; 5. Cambios en la parte superior del horizonte B_{nt} de tal magnitud que sugieren ser el primer estado de un horizonte eluvial.

Tabla 1. Propiedades químicas y físicas mostrando el efecto de la fertilización sobre el suelo. (1) Suelo, horizonte y variante del ensayo: a) Testigo; b) Fertilizado; c) Parte superior; d) Parte inferior. * diferencia significativa al 5%. ** diferencia significativa al 1%. (2) Suma de los cationes intercambiables, mg equ./100 g. (3) Na en % de los cationes intercambiables. (4) Infiltración, mm/h.

Tabla 2. Efecto de la fertilización sobre el contenido de silicio y aluminio del suelo, (1) Véase en la Tabla 1. (2) Silicio soluble (ppm) en KOH 5% y en agua, (3) Aluminio soluble (ppm) en KOH 5% y extraíble con $CaCl_2$ 0.02 M.

Осолодение солонца под влиянием внесения высоких доз минеральных удобрений

Р. С. ЛАВАДО и Р. Р. КАИРНС

Опытная станция на солонцах, Вегравил, Алберта (Канада)

Резюме

Из горизонта A_p , верхней и нижней части горизонта B_{nt} «Черного Солонца» взяли образцы девять лет спустя после того, как на данной территории ежегодно в течение десяти лет вносили высокие дозы минеральных удобрений (сульфат-фосфат аммония). Образцы брали для сравнения химических и физических свойств почвы получившей минеральные удобрения и неудобренной. В ходе исследований стало ясным, что под влиянием внесения минеральных удобрений произошли глубокие изменения в химических и физических свойствах горизонта A_p и верхней части горизонта B_{nt} . Наступившие изменения указывают на начало процесса осолодения изучаемых солонцов. Это подтверждается следующим: 1. В верхнем слое почвы значение pH снижается. 2. Катионы выщелачиваются. 3. В горизонте A_p увеличивается содержание кремния, растворимого в 5% KOH. 4. Содержание алюминия растворимого в 5% KOH снижается в горизонте A_p , но повышается в верхней части горизонта B_{nt} . 5. Горизонт B_{nt} претерпел такие изменения, которые позволяют предполагать первую фазу элювиального процесса.

Табл. 1. Изменение некоторых химических и физических свойств почвы, указывающее на влияние внесения минеральных удобрений. (1) Горизонт почвы и вариант обработки: а) контроль, б) с внесением удобрений, в) верхняя часть, д) нижняя часть. * = уровень достоверности 5% ** = уровень достоверности 1%. (2) Обменные катионы в мг. экв./100 г. (3) Ионы натрия в % от обменных катионов. (4) Водопроницаемость в мм/час.

Табл. 2. Влияние внесения минеральных удобрений на содержание в почве кремния и алюминия. (1) Объяснение смотри в таблице 1. (2) Содержание кремния в ppm, растворимого в 5% KOH и H_2O . (3) Содержание алюминия, ppm, растворимого в 5% KOH и 0,2 мол. $CaCl_2$.